

# 酸性雨

— 地球の涙 —

46期生

## I テーマ設定の理由

今年の6月、ブラジルのリオで国連環境開発会議（地球サミット）が開かれた。その事もおおいに関わっていると思うが、今ようやく日本で、そして世界で注目され始めた環境問題。その中でも「酸性雨」について私は調べたい。

酸性雨というと、環境問題の中でもうっかり見落されがちな問題である。しかし、その及ぼす被害は相当ひどい。だからこそ、酸性雨の事を自分でよく知り、また他の人達に知ってもらわなければならないと思い、このテーマを設定した。

## II 研究方法

- (1) 資料収集 図書館、毎日新聞、朝日新聞、日本経済新聞、パソコンネットワーク以上から資料を集め、まとめていく。
- (2) 考察
  - 酸性雨での被害
  - 酸性雨のメカニズム
  - 酸性雨への対策この3点を中心的に考える。

## III 研究内容

### 1 酸性雨とは

- (1) 呼ばれ方—英語では acid rain (アシッドレイン)。日本語の酸性雨はその直訳であり、中国でも酸雨という。また各国とも「酸性の雨」という意味である。

意味——酸性雨とはPH 5.6以下の雨のことをいう。本来、酸性化した雨をさすが、現在では酸性雪、酸性霧、酸性粉塵なども酸性雨と総称されることが多くなってきている。

原因——主に硫酸、硝酸、塩酸といった酸や、硫酸イオン、硝酸イオン、塩素イオンなどの塩が、雨を酸性化させる。また、硫酸は硫黄酸化物、硝酸は窒素酸化物がもとになって大気中の化学変化によってつくられる。

※硫黄酸化物 火山から大量に噴出されたりするが、石油、石炭、褐炭などの化石燃料中の硫黄分が燃えた時にも出ている。後者は過去30年間急増を続けている。

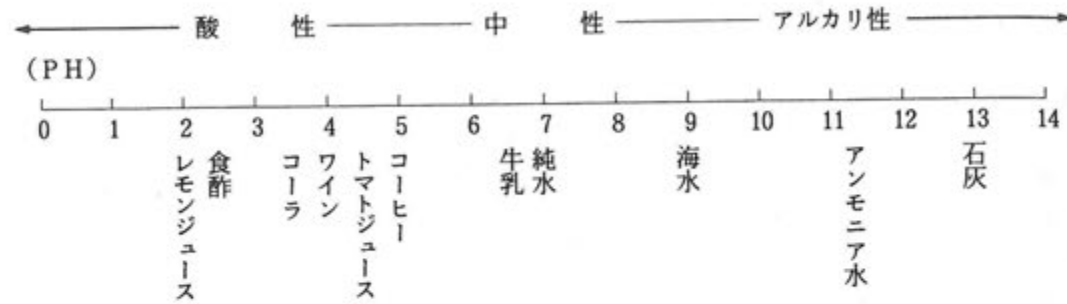
※窒素酸化物 自然界では土壌中のバクテリアなどの働きや雷によって多量に作り出されている。しかし最大の汚染源は、工場の排煙と自動車の排ガスである。

### 2 PHとは

PHというのは、酸性、アルカリ性の度合いを示す単位である。PH 7が中性でこ

れより数字が小さくなると酸性で、大きくなるとアルカリ性である。

PHは指数だから、値が1つ違えば10倍も酸性の強さが違う。つまりPH4の雨はPH5の雨に比べて10倍も酸性度が強いことを意味する。



▲図1 いろいろな液体と固体のPH

### 3 パソコンネットワーク

#### (1) 酸性雨パソコンネットワーク

日本経済新聞に書いてあった「酸性雨パソコンネットワーク」にアクセスし、利用させてもらった。このネットワークを開局したのは京都の計測器メーカー。酸性雨など身近な環境問題に関心を持つ人が増えており、全国規模での集計を通して、他地域との比較や情報交換しようということで開局した。ネットワークの内容は会員が測定した酸性雨のデータを収集して分析、提供するもので、関連文献などの情報も常時教えてくれる。私は、酸性雨の採集、PHなどの測定法、そして下の表1（京都での酸性雨の測定結果）、文献などいろいろな情報を知ることができた。

▼表1 京都の雨のPH測定結果

	1	2	3	4	5	6	7	8	平均
92-6-7	4.9	4.8	5.6	5.6	5.6	4.8	5.6	5.6	5.5
92-6-18	4.1	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
92-6-23	4.1	4.4	4.5	4.5	4.4	4.4	4.3	5.6	5.2
92-6-30	4.0	4.1	4.4	4.8	4.8	5.6	4.6	5.6	5.1
92-7-1	4.4	4.6	4.6	4.4	4.4	4.7			
92-7-5	3.6	3.8	3.9	4.1	4.1	4.2	4.1	4.0	4.0
92-7-7	3.7	3.6	3.6	3.5	4.0	3.7	4.2	4.2	3.9

※ 1～8までの番号は、雨の降り始めから1mmずつ採集していき1～8まで測定し平均は降水量8mm以降の雨の平均という意味である。

#### (2) ネットワークを利用して

酸性雨は本当に身近にあると実感した。いろいろ専門的な知識を得ることができたし、たくさんの情報を手に入れられ大変よかった。また、民間企業がこうした取り組みを行うことは、私達一般の人の環境知識を高める事になるいい機会になると思う。

この表を見ても分かるように京都の雨はほとんど酸性雨である。また、街角や公園に立つブロンズ像は緑青が浮き出し、すじが通っているものが増えてきているがそれらは酸性雨の影響が強い。

### 4 小さな島国日本だけでも

#### (1) 日本での酸性雨の歴史

日本の酸性雨の記録としてもっとも古いものは、1936～37年にかけて各地で測定されたものだ。平均値は東京の丸の内ではPH4.1と現在以上に酸性を示していた。その後、1970年代に入ると酸性雨の被害が各地で起こり、酸性雨への関心が高まった。

#### (2) 日本全国の酸性雨被害

右の図2は環境庁が1989年8月にまとめた「第1次酸性雨対策調査」の結果である。

図を見ても分かる通り、PHの年平均値は被害の進む北米なみの4.4から5.5の間に分布していた。

また、各地ではPH3台の強い酸性雨が降った。これは食用酢やレモンなみだ。

JR高槻駅南口には「酸性雨ツララ」が759本あったという報告書もある。

赤城山をはじめ全国各地で樹木の枯死が発生しており、これらの原因も酸性霧である。

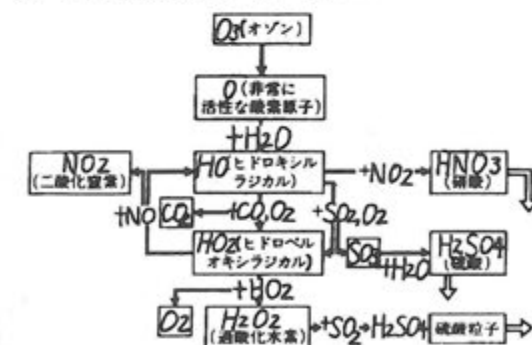
#### (3) 中国の影響

日本海側の酸性度は大陸からの北西の季節風が吹いている12月から2月が1番高いがこれは中国大陸から黄砂と同じルートで酸性雨が飛来するのではないかと。黄砂の出発点の中国北西部の砂は硫黄分が多く、これが原因だろうか。一方、黄砂は日本の酸性雨を中和している。



▲図2 日本の酸性雨の状況(数字はPH)

### 5 酸性雨発生メカニズム



▲図3 酸性雨発生メカニズム

成層圏から対流圏に下りてきたオゾンに太陽光が当たって非常に活性の高い酸素原子を吐きだす。この原子が水蒸気と反応してヒドロキシルラジカル(HO)という反応性の高い物質がつくられる。

HOが二酸化炭素と反応すると硫酸に、また窒素酸化物と反応すると硝酸になる。HOは極微量だが分解してもすぐにまた生成されるので、全体の反

応が繰り返されていくことになる。太陽光のほか、大気中に浮かんでいる微粒子のニッケルやバナジウムなどの重金属が触媒となって反応が進行していく。また、HOは二酸化炭素との反応でヒドロペルオキシラジカル(HO<sub>2</sub>)をつくり出し、この反応からも硫酸がつけられる。

こうした反応は大気中や雲の中で進行し、またできた硫酸や硝酸は雲滴中に簡単に溶けこんでいく。

## 6 森林への影響

### (1) 直接的な原因

a 酸性雨によって葉面の毛や気孔が傷めつけられている。

→光合成作用や分泌作用が侵される。

b 酸性雨によって葉や茎から植物に必要なカルシウム、マグネシウムなどの体内成分が奪われ、次第に弱っていく。

### (2) 間接的な原因

a 土壌の変質 → 樹木は栄養不足となって樹勢が弱まり、生長がとまる。

b 病害 → 抵抗力の落ちてきた樹木に病害が取りつく。その背後に酸性雨の影響が。

c アルミニウム、イオン溶出 → ほとんどの植物の栄養補給を断ち切ってしまう。

d オゾン説 → 悪い種類のオゾンが酸性雨に加わる。

e 窒素過剰説 → 植物の栄養不足状態、酸の再放出

f ストレス説 → 様々な原因が複合して森林の大量枯死を引き起こしている。

これらの原因がさらに複雑にからんで手間の被害状況になっているのだろう。

## 7 河川への影響

降ってきた酸性の物質は最終的には河川や湖沼に流れこんでくる。そして水が酸性化してくると

① 魚の体内の塩分濃度が下がって弱っていく。

② 酸性化とともに溶け出してくるアルミニウムや水銀などの貴金属には毒性があり、その影響が出てくる。

そして、日本の湖沼の魚や生き物は死滅し、ミズゴケが大量繁殖するであろう。

## 8 健康への影響

① 65歳以上で喘息、気管支炎、心臓疾患などがある人にとっては、硫黄や窒素の酸化物を吸うことは危険であり、さらに妊婦や乳幼児でも悪影響は無視できない。

② 酸性雨と肺がんは深く関係している。タバコや他の発がん性物質の作用を助長するとも考えられている。

③ 酸性物質を含んだ霧が、他の大気汚染で喘息になって患者に対して、重大な影響を及している事は間違いない。

酸性雨の健康への影響は、研究が始ったばかりでまだ未解明な点が多い。しかし次第に衰退していく樹木や生物への影響をみると、現在もっとも調査、研究を集中しなければならない分野であろう。

## 9 世界各地の酸性雨の被害

### (1) 世界の酸性雨の歴史——欧州では

イギリスが世界で最初に広域大気汚染を受ける。(17世紀頃) 18世紀後半に「酸性雨」として問題になる。その後1952年「ロンドンスモッグ」では4,000人も死者を出した。

この事に対しては抗議運動が起こり石炭火力発電所に高層煙突を設置する。しかしこのおかげで排煙が遠方まで運ばれ、1960年代の北欧の酸性雨を加速させる一因となる。スモッグは英国に留まらず、北東に向かう風に乗って欧州大陸全体に広まった。そして今世紀で北欧では1,700の湖沼で魚が死滅した。

東欧は「発生源」であり、その被害は「犠牲者」北欧、欧州全体へ広がった。そうして今、歴史は腐肉する。歴史的な建造物が酸性雨で腐肉していく。1度腐肉した建造物も、1度枯れた木ももう戻らないのだ。

### (2) 北米

カナダの、雄大な自然や建造物を傷めつけている酸性雨の排出源はアメリカの五大湖周辺の工業地域から飛来したのが多い。どちらかというカナダの方が環境保護に熱心で米国は積極性がない。北米二国間の酸性雨論争は今後とも尾を引きそうだ。

### (3) 中国——「空中鬼」

エネルギー源の76%が石炭であるために、酸性雨の酸性度も高い。そのため、かなり被害は大きく、又環境保護技術が遅れていることも関係しているであろう。

### (4) 北極

18世紀後半から19世紀前半の、欧州諸国産業革命。これによって硫酸化物が増えて風向きによってそれが北極へ飛来。ついに北極にもスモッグがあらわれた。

世界各地では、かなり大きな被害を受けている事もある。日本も今のままであれば、大きな被害を受けるだろう。

## 10 酸性雨への対策

### (1) 欧州に「30パーセントクラブ」施風

「30パーセントクラブ」とは、独自に硫酸化物排出量30%以上を削減することを求めたヘルシンキ議定書に加盟した国の集まりのこと。また、窒素酸化物については1994年までに窒素酸化物の排出量を1987年時点の水準に凍結することを定めたソフィア議定書を、採択・発効した。このことによって、欧州では、酸性雨排除へのきざしが少しずつ見え始めてきた。

### (2) 市民運動の力

1985年は「酸性雨反対の市民運動元年」といわれ、酸性雨反対の市民運動が一挙に世界的な規模に拡大した年である。そして、新聞やテレビなどのメディアが、市民の関心をかき立てていった。

煙突ジャックのような目立つ反対運動、それを陰で支える地道な情報の収集活動があいまって、酸性雨に反対する世論がじわじわと浸透して、英国をはじめとする各国の政府を規制強化に追い込む大きな力となった。

### (3) 日本の対策と課題

(対策) 硫酸化物

- ① 八回にわたる排出規制
- ② 三次の総量規制
- ③ 70年のドルショック
- ④ 73年の石油ショック
- ⑤ 排煙脱硫装置の普及

⇒ 1975~85年の間に日本列島に降りそそぐ硫酸化物の量を「6分の1」に

窒素酸化物 ①脱硝装置を工場につける。

自動車の排ガスを規制しなければならない。

- (課題) a. 環境保護技術を海外へ広める。  
b. 自動車(ディーゼル車)の排ガス抑制。  
c. 酸性雨観測のネットワークを海外にまで広める。  
d. 酸性雨研究グループ同志の交流。

#### IV 結論

酸性雨は私の想像以上に怖く恐いものだった。研究を始める前は酸性雨のことを正直いって、「たかが雨や雪か霧じゃないか。」なんて思っていた。しかし、実際研究を進めていくと、時々背筋がゾクッときたりする事もあった。

一つ私は痛感したことがある。酸性雨は地球の涙。本当にそうなんだと思う。だとしたら私達人間は、地球を笑わせてあげなければならない。酸性雨を止めなければならない。そう思う。人間が地球を泣かせたのだったら、人間は地球に謝らなければならない。口先ではなく態度で謝らなければならないと思う。私は、地球に態度で謝ることのできる大人になりたい。

#### V 総括

こんな本格的な自由研究だと思もしなかった。だからこそ、よけいに苦労したように思う。しかし、難しさ、しんどさの中に喜び、楽しみがあったと思う。

時間的に余裕があれば、もっと多くの事を調べたかったが、あまり計画的にやらずしんどかった。これからは、このような自由研究をやる時にきちんと計画的にやっていきたいと思う。

#### ・参考文献

- ・石 弘之(1992)「酸性雨」岩波書店 p.242
- ・メディア・インターフェイス編(1992)「世界環境情報」ダイヤモンド社 p.479